

LA CHIMIE, UNE SOLUTION POUR L'AVION DE DEMAIN ?

Arnaud Charles, Noël Baffier, Jean-Claude Bernier

D'après l'article *La chimie donne des ailes*
de Jean Botti publié dans l'ouvrage « Chimie et transport »
EDP Sciences, 2014, ISBN : 978-2-7598-1075-8

INTRODUCTION

Un des plus grands défis à relever pour l'industrie aéronautique est la fabrication des batteries et des piles à combustible du futur. Dans l'objectif de réduction des émissions et compte tenu du développement du trafic, c'est dans les transports aériens que les émissions croissent le plus : + 76 %. Le mandat de la commission européenne, qui vise à une réduction de 50 % des émissions, a donc ouvert la voie à une coopération inter-industries pour atteindre cet objectif.

LE DÉVELOPPEMENT DES BATTERIES POUR L'AVION DU FUTUR

Afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre, l'industrie aéronautique se dirige vers la production de l'avion électrique comportant un moteur alimenté par une batterie ou une pile à combustible qui entraîne une hélice ou de l'avion hybride comportant un moteur thermique et une batterie. Ces solutions qui paraissent simples au premier abord s'avèrent plus compliquées à développer [1].

À l'heure actuelle, les batteries au lithium-ion sont privilégiées dans le monde entier, pour stocker l'énergie y compris dans l'aéronautique, mais elles ne pourront pas accompagner le développement des avions électriques ou hybrides car la densité d'énergie fournie par ces batteries est trop faible et elles posent des problèmes de sécurité [2].

Cependant une piste provenant de l'industrie chimique et permettant de pallier cet inconvénient émerge progressivement : la batterie lithium-air,

laquelle utilise l'air pour fonctionner, en récupérant l'oxygène qui réagit avec le lithium pour générer de l'électricité. Ainsi, puisqu'un de ses composants, l'oxygène, n'est pas stocké dans la batterie, celle-ci offre une capacité de stockage plus importante que celles des batteries lithium-ion ou nickel-cadmium utilisées aussi dans les avions. De plus, l'oxygène, disponible dans l'air, est inépuisable...

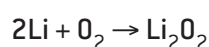
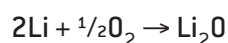
Les batteries lithium-ion actuellement utilisées fournissent environ 140 à 150 Wh/kg ; on espère doubler cette densité énergétique avec une batterie lithium-air, qui est de plus un système beaucoup plus sûr [3].

En cours de développement, les batteries lithium-air ne sont pas encore disponibles sur le marché. Les chercheurs estiment que ces systèmes seront commercialisables à partir de 2030.

Comment fonctionnent ces batteries ?

Une batterie lithium-air est un système ouvert qui utilise l'air pour fonctionner. Elle en récupère l'oxygène, qui réagit avec le lithium pour générer de l'électricité.

Selon les réactions :



L'avantage d'un tel procédé est d'utiliser un composant qui n'est pas stocké dans la batterie, ce qui permet de l'alléger et de réduire son encombrement.

Le premier avion électrique a été présenté au salon du Bourget il y a quelques années. C'est un avion de

voltige à deux places qui servira aussi à l'entraînement des pilotes. Il est conçu pour servir de base de développement à l'avion électrique du futur. Dans cet avion électrique ou hybride du futur, les batteries sont de type lithium-air et il a été entièrement repensé, même dans son aérodynamisme (Figure 1).



Figure 1 – Vision de l'avion électrique (ou hybride) du futur. Source : EADS.

LE RÔLE DE LA CHIMIE DANS LE DÉVELOPPEMENT DE CARBURANTS ALTERNATIFS ET L'AMÉLIORATION DES MATÉRIAUX

Le second objectif est le développement de carburants alternatifs pour l'aviation tels que les biocarburants et les défis à résoudre sont encore nombreux. Il faut que la biomasse utilisée pour produire ces biocarburants ne soit pas en concurrence avec la biomasse permettant de nourrir la population mondiale (4).

De plus, leur production ne doit pas entraîner de déforestation, de dégradation des sols ou de déplacement forcé de populations, ni de problèmes sur des ressources en eau.

Pour être adaptables à l'aéronautique, ces carburants alternatifs devront être produits en quantité

suffisante pour couvrir la demande et être disponibles sous différents climats dans toutes les régions du monde. De plus, leur impact environnemental devra être acceptable. N'importe quel biocarburant ne peut donc pas être adapté à l'aviation.

L'empreinte CO₂ de l'aviation civile est modeste et ne contribue que pour 2 à 3 % au CO₂ émis par l'ensemble des moyens de transports, 80 % de ces émissions sont imputables à des vols qui vont au-delà de 1 500 km. Les recherches ne portent aujourd'hui que sur la partie fluide et le kérosène. Pour les courtes distances des solutions existent et pour les longues distances il va falloir vivre avec les carburants fossiles encore longtemps.

Prenant en compte le développement des transports aériens, et en vue de développer la recherche dans ce domaine, l'industrie aéronautique française s'est fixé l'objectif d'utiliser en 2020, deux millions de tonnes de biocarburants dans nos avions.

Les objectifs pour 2050 sont de diminuer de 75 % les émissions de CO₂, de 90 % celles d'oxydes d'azote NO_x, et de 65 % les émissions sonores par rapport à celles de l'an 2000. Quand on prend en compte l'accroissement prévisible du nombre d'avions, c'est un engagement colossal.

Le processus de développement des carburants alternatifs doit donc être amélioré. Les carburants alternatifs issus des algues sont une possibilité à fort potentiel comme le montre la figure 2 : les biocarburants sont classés en familles selon leurs origines et leurs intérêts comparés selon le coût de production (ordonnées) et l'empreinte CO₂ (abscisse) (5).

Le pétrole brut est représenté par la grosse bulle verte ; on peut voir que les macro-algues (bulle bleue)

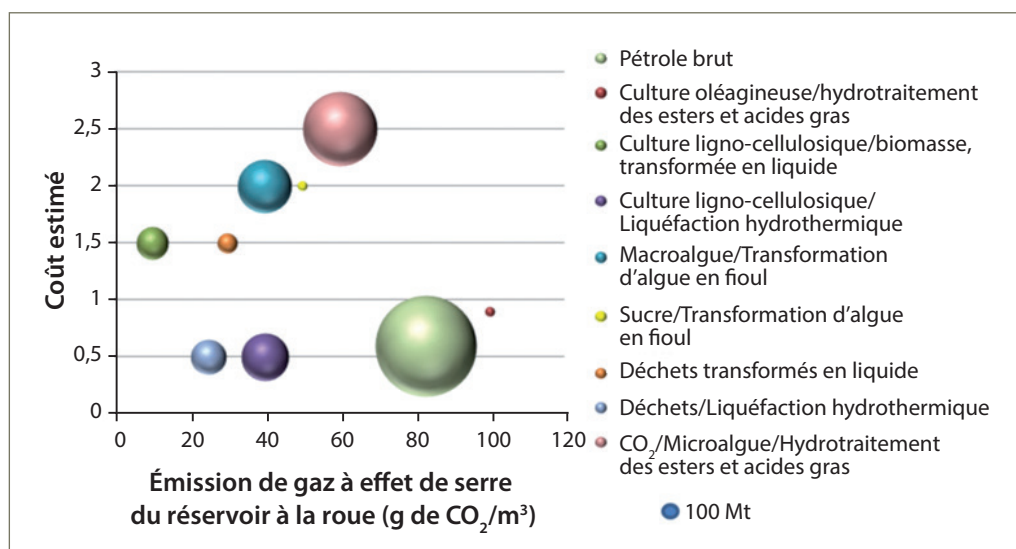


Figure 2 – Alternatives aux carburants.

sont intéressantes du point de vue des émissions de CO₂, bien qu'encore trop coûteuses à produire ce qui les rend encore marginales.

Les biocarburants à base d'algues seraient d'autant plus intéressants que la surface nécessaire à leur production est bien moindre que celle nécessaire à la production de biocarburants à base de graine de colza ou de maïs. L'industrie aéronautique développe des recherches très poussées sur ces biocarburants à base d'algues qui pourraient devenir une solution durable pour le transport aérien [6].

Outre, l'optimisation des batteries et le développement de carburants alternatifs, l'industrie aéronautique doit faire face à la présence de substances chimiques préoccupantes dans un certain nombre d'avions. L'Agence européenne des produits chimiques demande aux industriels de bannir certains composants jugés chimiquement préoccupants. Le problème est que cette réglementation n'étant pas mondiale, elle n'est pas imposée aux fabricants étrangers, ce qui entraîne de graves problèmes de compétitivité.

La chimie européenne a donc de gros efforts à fournir pour aider l'industrie aéronautique, qui utilise de nombreux produits jugés préoccupants comme le plomb, le chrome, le cadmium... aussi bien dans les avions civils que dans les avions de combat et dans les missiles, et même dans les satellites !

Ces problèmes sont cependant marginaux devant la nécessité d'allègement des structures. C'est ici principalement qu'intervient la chimie des

composites. Les derniers avions de Boeing ou Airbus embarquent plus de 53 % de matériaux composites [1, 7] (fibres de carbone et polyester). On a ainsi réussi à diminuer la consommation en carburants et diminuer de façon drastique l'empreinte carbone du transport aérien.

Le développement de l'avion du futur ne pourra se faire sans l'industrie chimique [1, 8]. En effet, elle permettra d'optimiser le stockage de l'énergie et d'utiliser de nouveaux carburants en s'inscrivant dans la réduction des gaz à effet de serre et de sa consommation en carburants. La chimie joue donc un rôle extrêmement déterminant dans l'aéronautique : la chimie donne des ailes !

POUR EN SAVOIR PLUS

- [1] Demain, l'aviation plus verte et plus autonome
<http://www.mediachimie.org/node/2224>
- [2] Lithium-ion : de nouvelles batteries anti aériennes ?
<http://www.mediachimie.org/node/1165>
- [3] Les accumulateurs électrochimiques pour les transports : Li-ions et nouvelles chimies
<http://www.mediachimie.org/node/561>
- [4] Polémiques dans le monde des biocarburants
<http://www.mediachimie.org/node/2209>
- [5] Biocarburants de seconde génération (animation)
<http://www.mediachimie.org/node/1295>
- [6] Zoom sur la valorisation des algues
<http://www.mediachimie.org/node/2327>
- [7] Les nouveaux matériaux composites pour l'aéronautique
<http://www.mediachimie.org/node/2226>
- [8] Solar impulse 2 et la chimie
<http://www.mediachimie.org/node/1005>

Noël Baffier, professeur honoraire d'université, ancien directeur des Études de l'École d'Ingénieurs de Chimie Paristech, spécialité de recherches : science des matériaux

Jean-Claude Bernier, professeur émérite de l'Université de Strasbourg, ancien directeur scientifique des sciences chimiques du CNRS

Arnaud Charles, professeur de physique chimie

Grégory Syoën, professeur agrégé, chef de projet Mediachimie-Fondation de la maison de la chimie